

## بررسی وابسته های آکوستیکی آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار در کودکان کاشت حلزون شده و مقایسه آن با کودکان دارای شنوایی طبیعی

نرگس کرد<sup>1</sup>، محمد رحیم شاهبداغی<sup>2</sup>، سیده مریم خدای<sup>2</sup>، دکتر ماندانا نوربخش<sup>3</sup>، دکتر شهره جلالی<sup>4</sup>

1- کارشناس ارشد گفتاردرمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران

2- کارشناس ارشد گفتاردرمانی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

3- دکترای تخصصی زبان شناسی، عضو هیئت علمی دانشگاه الزهرا

4- دکترای تخصصی آمار زیستی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** آهنگ گفتار نقش بسیار مهمی در افزایش قابلیت فهم گفتار و انتقال صحیح مفهوم خصوصاً در گفتار محاوره ای دارد. تشخیص آهنگ گفتار با سه پارامتر آکوستیکی فرکانس پایه، شدت و دیرش ارتباط دارد. هدف از این مطالعه بررسی وابسته های آکوستیکی آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار در کودکان کاشت حلزون شده و مقایسه آن با کودکان دارای شنوایی طبیعی می باشد.

**روش بررسی:** پژوهش حاضر بر روی 25 کودک کاشت حلزون شده و 25 کودک دارای شنوایی طبیعی در محدوده سنین دبستان انجام گرفت. 10 تصویر به کودکان نشان داده شد و جملات خبری و سؤالی از آنها استخراج گردید. جهت بررسی قابلیت فهم گفتار، جملات بیان شده توسط هفت نفر گفتاردرمانگر مورد قضاوت ادراکی قرار گرفتند و با استفاده از مقیاس 5 رتبه ای، امتیازدهی شدند. با استفاده از نرم افزار Praat وابسته های آکوستیکی تعیین شدند.

**یافته ها:** نتایج نشان داد در هر یک از وابسته های آکوستیکی آهنگ گفتار میان دو گروه تفاوت معنادار آماری وجود داشت ( $p < 0/05$ ). امتیاز قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت شده به طور معناداری پایین تر از کودکان طبیعی بود ( $p < 0/05$ ). میان آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار و نیز میان قابلیت فهم گفتار و مدت زمان استفاده از پروتز همبستگی معنادار وجود داشت ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج مطالعه حاضر عملکرد کودکان کاشت شده در استفاده از وابسته های آکوستیکی آهنگ گفتار پایین تر از همتایان دارای شنوایی طبیعی می باشد، که منجر به آهنگ گفتار نامناسب می شود. آهنگ نامناسب می تواند باعث قابلیت فهم گفتار پایین در کودکان کاشت شده باشد. بنابراین لازم است در برنامه گفتاردرمانی این کودکان مداخله در زمینه آهنگ در نظر گرفته شود.

**کلید واژه ها:** وابسته های آکوستیکی، آهنگ گفتار، قابلیت فهم، کودکان کاشت شده، کودکان دارای شنوایی طبیعی

(ارسال مقاله 1390/11/7، پذیرش مقاله 1391/8/6)

**نویسنده مسئول:** تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر، خیابان شاه نظری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

**Email:** shahbodaghi@sina.tums.ac.ir

### مقدمه

و گفته‌هایی که تنها اختلاف آن‌ها از نظر آهنگ باشد، تفاوت معنی دارند اما این تفاوت در معنی واژگانی نیست بلکه تفاوت در معنی عاطفی و احساسی گوینده نسبت به پیام است (2).

تشخیص آهنگ گفتار با سه پارامتر آکوستیکی فرکانس پایه، شدت و دیرش ارتباط دارد. این سه وابسته آکوستیکی زمانی که توسط شنونده دریافت شوند به ترتیب نشان دهنده زیر و بمی، بلندی و کثش می‌باشند. اطلاعات فرکانس پایه ( $F_0$ ) در توانایی ما برای شنیدن و درک کیفیت آهنگین صدا نقش اساسی دارد (4). بررسی‌ها نشان می‌دهد بیان آهنگ در کودکان افت شنوایی شدید و عمیق مشکل‌ترین ویژگی زیر زنجیری در نظر گرفته می‌شود (5و6). با کاهش دستیابی به

یکی از ویژگی‌های همگانی زبان‌ها صورت گفتاری آنهاست. برای مطالعه گفتار تقسیم بندی‌های مختلفی در نظر گرفته‌اند. یک نمونه از این تقسیم بندی‌ها عبارت است از پدیده‌های زنجیری و پدیده‌هایی زبر زنجیری یا ویژگی‌های نوای گفتار (prosody) (1). نوای گفتار شامل تغییرات صدای فرد در زیر و بمی، سرعت، ریتم، دیرش و تکیه می‌باشد (2). آهنگ گفتار نقش بسیار مهمی در افزایش قابلیت فهم گفتار دارد (3). میزان تأثیر آهنگ گفتار در زبان های گوناگون متفاوت است (2و3). تغییرات آهنگ در برخی از زبان‌ها مانند چینی معنی کلمه را تغییر می‌دهد یعنی کار واج را انجام می‌دهد (2). اما در زبان‌هایی مانند فارسی اینچنین نیست. گرچه در فارسی آهنگ دارای معنی است

پایه کودکانی که دیرتر جراحی شده بودند با کودکان طبیعی تفاوت معنی دار داشت (14). Habib و همکاران اثر سن و سن در زمان جراحی کاشت حلزون را بر قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت شده که قبل از سن زبان آموزی ناشنوا شده بودند را بررسی کردند. آنها 50 فرد 2-18 که در 8-40 ماهگی کاشت شده بودند را مورد مطالعه قرار دادند. شرکت کنندگان 10 جمله را تکرار کردند. سپس صدای کودکان ضبط شد و برای 3 شنونده بزرگسال که آشنایی قبلی با صدای کودکان ناشنوا نداشتند پخش شد و این افراد با مقیاس 5 امتیازی به قابلیت فهم گفتار کودکان امتیاز دادند. نتایج تأثیر معنادار سن در زمان آزمون را نشان می-دهد. کودکان بزرگتر گفتار قابل فهم تری داشتند. همچنین امتیاز کودکانی که در 24 ماه اول زندگی تحت جراحی قرار گرفته بودند، بالاتر بود (15).

در زمینه بررسی آکوستیکی آهنگ گفتار و نیز قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت شده هیچ مطالعه‌ای بر روی کودکان فارسی زبان انجام نشده است، و همان طور که قبلاً ذکر شد میزان تأثیر آهنگ گفتار در زبان‌های مختلف، متفاوت است. از سوی دیگر، نقش عوامل مختلفی که در قابل فهم بودن گفتار این کودکان تأثیرگذارند، واضح نیست. در نتیجه نیاز است مطالعات جدید در زبان فارسی بر روی کودکان کاشت شده انجام گیرد. هدف از این مطالعه بررسی وابسته‌های آکوستیکی آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار در کودکان کاشت حلزون شده و مقایسه آن با کودکان دارای شنوایی طبیعی می‌باشد.

### روش بررسی

این مطالعه یک مطالعه‌ی توصیفی-تحلیلی از نوع مقطعی-مقایسه‌ای می باشد. پژوهش حاضر بر روی 25 کودک کاشت حلزون شده در محدوده سنین دبستان ( $M=8/92$  سال،  $SD=1/49$ ) انجام شد. 25 کودک دارای شنوایی طبیعی که از لحاظ سنی با گروه مورد مطالعه همسان شدند ( $M=9$  سال،  $SD=1/42$ )، به منظور مقایسه نتایج، در گروه کنترل قرار گرفتند. تعداد نمونه براساس مطالعه پایلوت محاسبه گردید. گروه کودکان کاشت حلزون شده به طور تصادفی از میان کودکانی که در مرکز جراحی کاشت حلزون بیمارستان امیر اعلم تهران، عمل جراحی کاشت را انجام داده بودند، انتخاب گردیدند. میانگین مدت زمان استفاده از دستگاه 6/34 سال ( $SD=2/68$ ) می باشد. تمامی کودکان کاشت شده تنها صد جلسه گفتاردرمانی پس از جراحی در مرکز کاشت بیمارستان امیراعلم دریافت کرده بودند. گروه کودکان دارای شنوایی طبیعی از بین مدارس ابتدایی محل

اطلاعات  $F_0$ ، افراد افت شنوای شدید و عمیق برای درک و بیان تغییرات زیر و بمی بر سرنخ‌های زمانی شامل شدت و دیرش تکیه می‌کنند که قابل دستیابی ترند (5,7,4). دیرش به وسیله طول مدت زمانی که گوینده تولید هر واحد زبانی را ادامه می‌دهد، مشخص می‌شود (8). دیرش و شدت نسبت به فرکانس پایه، در تشخیص آهنگ نقش جزئی‌تری دارند. تغییر در شدت همراه با تغییر فشار هوای خروجی شش‌ها می‌باشد. افزایش شدت از طریق افزایش فشار زیر چاکنای در حین آواسازی حاصل می‌شود (8). اشکال در بیان آهنگ گفتار به طور مناسب، باعث می‌شود قابلیت فهم گفتار کودکان افت شنوا آسیب ببیند (9).

تکنولوژی کاشت حلزون باب های جدیدی جهت توانبخشی زبان گفتاری در میان افراد افت شنوای شدید و عمیق باز کرد (3) و در تسهیل رشد زبان گفتاری در کودکان ناشنوایی که قبل از سن زبان آموزی کاشت شده‌اند، کاملاً موفق بوده است (10)، با این وجود کودکانی که کاشت حلزون انجام داده‌اند در بیان آهنگ نقابسی را نشان می‌دهند (11). کاشت حلزون می‌تواند بر روی قابلیت فهم گفتار نیز اثر بگذارد (12). شکست در ایجاد گفتاری کاملاً قابل فهم ممکن است منجر به ناتوانی قابل توجهی گردد. چنین شکست‌هایی در کودکان کاشت شده به وفور مشاهده می‌شود (12). با این وجود بررسی این کودکان نشان می‌دهد قابلیت فهم گفتار آنها با توجه به مدت زمان استفاده از پروتز بهبود می‌یابد (13).

Flipsen قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت شده را بررسی نمودند. آنها 6 کودک که قبل از سه سالگی کاشت حلزون شده بودند را مورد مطالعه قرار دادند. در یک دوره 21-12 ماه گفتار کودکان هر 3 ماه یکبار مورد بررسی قرار می‌گرفت. یافته‌ها نشان داد گفتار قابل فهم به سرعت در این کودکان رشد می‌کند و میزان قابلیت فهم اندازه گیری شده از میزانی که در منابع برای کودکانی که از سمعک استفاده می‌کنند، گزارش شده است، بالاتر بود اما در حد کودکان دارای شنوایی طبیعی نبود. قابلیت فهم گفتار با سن کودک، سن افت شنوایی و مدت زمان استفاده از پروتز کاشت حلزون همبستگی داشت (12). Seifert و همکاران تغییرات صوتی و تولیدی کودکان کاشت شده را بررسی کردند. آنها 20 کودک 3-10 ساله که قبل از سن زبان آموزی دچار ناشنوایی شده بودند را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه فرکانس پایه و سه فرمنت اول گفتار اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد فرکانس پایه گفتار کودکانی که قبل از 4 سالگی تحت جراحی قرار گرفته بودند با کودکان طبیعی که از نظر سن و جنس با آنها تطابق داشتند، تفاوت معنی دار نداشت. اما فرکانس

دهان کودک با میکروفن 25 سانتی متر در نظر گرفته شد. ضبط جملات در اتاق کاملاً ساکت انجام گرفت. تمامی جملات سؤالی و خبری بیان شده توسط کودک، توسط هفت نفر گفتاردرمانگر شنیده شدند و قابلیت فهم گفتار کودکان مورد قضاوت قرار گرفت. امتیازدهی به صورت مقیاس 5 رتبه ای و به این ترتیب که امتیاز 1 به معنی 0% قابل فهم و امتیاز 5 به معنی 100% قابل فهم بود. جهت تعیین پارامترهای آکوستیکی، گفته های کودکان به کمک نرم افزار Praat مورد تجزیه تحلیل آکوستیکی قرار گرفت و فرکانس پایه، شدت و دیرش هر جمله تعیین گردید.

با استفاده از آزمون t-test مستقل میانگین  $F_0$ ، دیرش و شدت جملات خبری و سؤالی در دو گروه کاشت شده و طبیعی با هم مقایسه گردید. همچنین با کمک آزمون غیرپارامتری Mann-Whitney امتیاز قابلیت فهم گفتار که افراد متخصص به دو گروه دادند، با هم مقایسه شد. همان طور که قبلاً ذکر گردید از میان ویژگی های آکوستیکی مذکور، فرکانس پایه بیشترین نقش را در ایجاد آهنگ گفتار دارد بنابراین جهت بررسی ارتباط میان آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار، همبستگی اسپیرمن میان فرکانس پایه و امتیاز قابلیت فهم گفتار محاسبه شد. همچنین جهت تعیین همبستگی میان مدت زمان استفاده از دستگاه کاشت حلزون و امتیاز قابلیت فهم گفتار نیز آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده گردید.

### یافته‌ها

میانگین  $F_0$ ، دیرش و شدت جملات خبری و سؤالی در دو گروه دارای تفاوت معنادار آماری بود. فرکانس پایه در هر دو نوع جمله در گروه کاشت شده به طور معناداری پایین تر از گروه کودکان طبیعی بود. در جملات خبری  $P=0/003$  و جملات سؤالی  $P=0/001$ .

تحصیل کودکان کاشت شده انتخاب شدند که تا حد امکان هر دو گروه از لحاظ فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مشابه باشند. تمامی کودکان در محدوده سنین دبستان و از هر دو جنس دختر و پسر بودند. ضریب هوشی هر دو گروه کودکان کاشت حلزون شده و طبیعی با توجه به ارزیابی انجام شده قبل از ورود به مدرسه در محدوده طبیعی قرار داشت. جهت اطمینان از عدم وجود مشکل عصبی-عضلانی، ارزیابی اندام های گفتاری برای کودکان، توسط محقق انجام گرفت.

این پژوهش شامل دو قسمت بیان جملات سؤالی و خبری می باشد. جهت بررسی بیان جمله خبری، 10 تصویر در اختیار کودک قرار گرفت. تصاویر پژوهش از کتاب فرهنگ مصور افعال انتخاب شدند. هر تصویر یک فعالیت را نشان می داد. محقق از کودک سؤال می نمود که فرد مورد نظر در تصویر چه کاری انجام می دهد. پاسخ های کودک به عنوان جملات خبری بیان شده ضبط گردید. در بخش دوم قبل از بررسی بیان جملات سؤالی توسط کودکان، جهت آشنایی کودک با روند کار، 3 تصویر نشان دهنده فعالیت به کودک ارائه شد. محقق از کودک سؤال می کرد تا کودک پاسخ دهد. سؤالات بدون استفاده از کلمه پرسشی، بدون آهنگ اغراق آمیز و به گونه ای پرسیده شد که پاسخ سؤال بله باشد. هنگامی که کودک متوجه تمرین شد، محقق از دانش آموز خواست حال شما از من سؤال بپرس تا من پاسخ دهم. در این مرحله 10 تصویری که در مرحله قبل از آنها استفاده شد، در اختیار کودک قرار گرفت تا دانش آموز از محقق سؤال نماید. پاسخ های کودک به عنوان بیان جملات سؤالی ضبط شد. دلیل استفاده از تصاویر قبل این بود که در کلمات سازنده جمله تغییری ایجاد نشود و تنها تغییر ایجاد شده جهت سؤال پرسیدن، تغییر آهنگ باشد. به منظور ضبط و ذخیره پاسخ ها از یک عدد میکروفن SONY مدل FV 220 با پاسخ فرکانسی 100-12000Hz و یک دستگاه لپ تاپ Dell مدل inspiron.1525 استفاده گردید که در هنگام بیان جملات فاصله

### جدول 1- مقایسه $F_0$ گفتار در هنگام تولید آهنگ افتان و خیزان بین دو گروه (هرتز)

حد اطمینان 95%		معناداری	میانگین (انحراف معیار)	تعداد	گروه	نوع جمله
حد بالا	حد پایین					
			173/42 (58/63)	25	کاشت شده	خبری
43/21	8/94	0/003	201/39 (36/27)	25	هنجار	
			168/76 (49/36)	25	کاشت شده	سؤالی
54/46	14/94	0/001	190/49 (45/01)	25	هنجار	



دیرش هر دو نوع جمله خبری و سؤالی در گروه کودکان کاشت شده به طور معناداری بیشتر از گروه طبیعی بود. در جملات خبری  $P=0/001$  و جملات سؤالی  $P=0/002$  می‌باشد که در جدول زیر مشاهده می‌گردد.

جدول 2- مقایسه دیرش گفتار در هنگام تولید آهنگ افتان و خیزان میان دو گروه (ثانیه)

نوع جمله	گروه	تعداد	میانگین (انحراف معیار)	حد اطمینان 95%	
				معناداری	حد پایین / حد بالا
خبری	کاشت شده	25	2/79 (0/31)	0/001	0/04 / 0/21
	هنجار	25	1/47 (0/4)		
سؤالی	کاشت شده	25	2/86 (0/3)	0/002	0/03 / 0/36
	هنجار	25	1/36 (0/16)		

همچنین مقایسه شدت بین دو گروه نشان داد که در هر دو نوع جمله شدت در گروه کاشت شده به طور معناداری پایین‌تر از گروه کودکان طبیعی بود. در جملات خبری و سؤالی به ترتیب  $P=0/001$  و  $P=0/002$  بود. نتایج در جدول زیر ارائه شده‌اند.

جدول 3- مقایسه شدت گفتار در هنگام تولید آهنگ افتان و خیزان بین دو گروه (دسی بل)

نوع جمله	گروه	تعداد	میانگین (انحراف معیار)	حد اطمینان 95%	
				معناداری	حد پایین / حد بالا
خبری	کاشت شده	25	59/75 (2/54)	0/01	3/69 / 15/84
	هنجار	25	69/52 (2/8)		
سؤالی	کاشت شده	25	57/36 (0/55)	0/03	5/25 / 13/97
	هنجار	25	67/7 (2/2)		

### بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد  $F_0$  گفتار کودکان کاشت شده به طور قابل توجهی پایین‌تر از کودکان طبیعی است.  $F_0$  پایین‌تر، بم تر بودن صدای کودکان کاشت شده را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به یافته‌های این پژوهش، دیرش گفتار کودکان کاشت شده به طور قابل توجهی بیشتر و شدت گفتار آنها کمتر از گروه کودکان طبیعی می‌باشد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات Clark (16) و O'Halpin (17) همخوانی دارد. در مطالعه‌ای Clark وابسته‌های آکوستیکی نواخت را در گفتار 27 کودک کاشت حلزون شده بررسی کرد و آنها را با 12 همتای دارای شنوایی هنجار شان مقایسه نمود (16). نتایج نشان داد گروه کاشت حلزون شده نسبت به گروه طبیعی گفته‌هایی با دیرش بیشتر، مکث بیشتر و تغییرات  $F_0$  محدودتر تولید می‌کنند. O'Halpin نیز در مطالعه‌ای دیگر درک و

میانگین امتیاز قابلیت فهم گفتار در دو جمله خبری و سؤالی در گروه کاشت حلزون شده پایین‌تر از گروه شاهد بود و این تفاوت از لحاظ آماری معنادار بود ( $P=0/001$ ).

ضریب همبستگی اسپیرمن میان فرکانس پایه و امتیاز قابلیت فهم گفتار در جملات خبری  $0/64$  ( $p=0/001$ ) و در جملات سؤالی  $0/58$  ( $p=0/002$ ) بود. بنابراین میان آهنگ گفتار (فرکانس پایه) و قابلیت فهم گفتار همبستگی معنادار مشاهده شد.

ضریب همبستگی اسپیرمن میان مدت زمان استفاده از دستگاه کاشت حلزون و امتیاز قابلیت فهم گفتار در جملات خبری برابر با  $0/74$  ( $p=0/005$ ) و در جملات سؤالی برابر با  $0/68$  ( $p=0/001$ ) بود. همان طور که مشاهده می‌شود میان مدت زمان استفاده از دستگاه کاشت حلزون و امتیاز قابلیت فهم گفتار همبستگی معنادار و مثبت وجود داشت.

دارد. به عبارت دیگر با افزایش استفاده از پروتز کاشت حلزون، قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت شده افزایش می‌یابد. این نتیجه در مطالعه Flipsen (20) نیز گزارش شد. وی قابلیت فهم گفتار 6 کودک کاشت شده را هر سه ماه یک بار از 12 تا 21 ماهگی بررسی نمود. نتایج نشان داد قابلیت فهم گفتار کودکان با مدت زمان استفاده از پروتز ارتباط مستقیم دارد.

همان طور که قبلاً بیان شد، آهنگ گفتار در مقدار قابلیت فهم گفتار نقش اساسی دارد. با توجه به نتایج این مطالعه، کودکان کاشت شده در استفاده از زیر و بمی، کشش و دیرش در گفتار جهت ایجاد آهنگ مناسب مشکل دارند و در نتیجه آن، گفتار این کودکان نسبت به کودکان دارای شنوایی طبیعی از قابلیت فهم کمتری برخوردار می‌باشد. با در نظر گرفتن این نتایج، لازم است که آسیب شناسان گفتار و زبان که با کودکان کاشت شده کار می‌کنند، توجه لازم را به این موارد مبذول دارند و مداخله در زمینه آهنگ گفتار را با کمک استفاده از وابسته‌های آکوستیکی آن در برنامه درمانی این کودکان بگنجانند تا به این کودکان کمک نمایند به گفتاری دست یابند که برای هر شنونده ای قابل فهم باشند. در عین حال باید توجه داشت که با افزایش تجربه کودک در استفاده از پروتز کاشت حلزون، وی قادر خواهد بود که به موفقیت‌های بیشتری دست یابد.

بیان تکیه نواختی را در 17 کودک کاشت شده و 16 کودک دارای شنوایی هنجار بررسی کرد (17). در این مطالعه وابسته‌های ادراکی تکیه شامل زیر و بمی، کشش و بلندی در تکالیف درک و بیان مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد کشش در گفتار کودکان کاشت شده به طور قابل توجهی بیشتر و بلندی کمتر از کودکان دارای شنوایی هنجار می‌باشد. نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با مطالعات ذکر شده، همخوانی دارد.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد امتیاز قابلیت فهم گفتار در کودکان کاشت شده به طور قابل توجهی پایین تر از کودکان طبیعی می‌باشد. این نتایج در مطالعات Peng (18) و Peng (19) نیز مشاهده می‌شوند. Peng درک و بیان آهنگ گفتار را در کودکان کاشت حلزون شده با کودکان دارای شنوایی طبیعی مقایسه کرد. افراد مورد مطالعه وی شامل 26 کودک کاشت شده 7-20 ساله و 17 کودک دارای شنوایی طبیعی بودند. نتایج این مطالعات نشان داد که قابلیت فهم گفتار کودکان کاشت حلزون شده به طور قابل توجهی پایین تر از کودکان طبیعی می‌باشد. به علاوه نتایج حاضر نشان داد که میان آهنگ گفتار و قابلیت فهم گفتار ارتباط معنادار وجود دارد. همچنین در مطالعه حاضر مشاهده گردید که میان مدت زمان استفاده از پروتز و قابلیت فهم گفتار ارتباط مستقیم وجود

## REFERENCES

1. Soltani MA. Contrastive analysis of English-Persian intonation. Azad University-Tehran School of Medicine. 2007.
2. Sadat-Tehrani N. The structure of Persian intonation. Speech prosody. Brazil.Campinas. 2007.
3. Sadat-Tehrani N. The intonation patterns of interrogatives in Persian. Linguistic Discovery Journal. 2011;9(1):105-136.
4. Chatterjee M, Peng SC. Processing F<sub>0</sub> with cochlear implant: modulation frequency discrimination and speech intonation recognition. Hearing Research Journal. 2008;235(1):143-156.
5. Most T, Peled M. Perception of suprasegmental features of speech by children with cochlear implants and children with hearing aids. Journal of Deaf Studies and Deaf Education. 2007;12(3):350-361.
6. Peng SC. Perception and production of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and children with normal hearing. 1<sup>st</sup> ed. Iowa: ProQuest Information and Learning Company; 2005.
7. Wawroski LR. Speech recognition in noise and intonation recognition in primary-school-age children and preliminary results in children with cochlear implant. 1<sup>st</sup> ed. Maryland: ProQuest Information and Learning Company; 2008.
8. Cruttenden A. Intonation. 5th ed. New York: Cambridge University Press; 1995.
9. Allen GD, Arndorfer MP. Production of sentence-final intonation contours by hearing impaired children. Journal of Speech, Language and Hearing Research. 2000;43(2):441-445.
10. Chin SB, Finnegan KR, Chung BA. Relationships among type of speech intelligibility in pediatric user of cochlear implant. Journal of Communication Disorders. 2001; 34(2):187-205.
11. Russo NM. A key to understanding social communication deficits in autism spectrum disorders: Neural processing of sound and speech intonation. 1<sup>st</sup> ed. Northwestern: ProQuest Information and Learning Company; 2008.
12. Flipsen PJ, Colvard LG. Intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. Journal of Communication Disorders. 2006; 39(2):93-108.
13. Dawson PW, Blamey PJ, Dettman SJ, Rowland LC. A clinical report on speech production of cochlear implant users. Ear and Hearing. 1995;16(3):551-561.
14. Seifert E, Oswald M, Bruns U, Vischer M, Kompis M, Haeusler R. Changes of voice and articulation in children with cochlear implants. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2002;60(2):115-123.
15. Habib MG, Waltzman SB, Tajudeen B, Svirsky MA. Speech production intelligibility of early implanted pediatric cochlear implant users. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2010;74(8):855-859.

16. Clark A. Acoustic correlates of linguistic prosody in the speech of children with cochlear implants: a study in comparison with typical-hearing peers. University of Colorado. Department of Speech, Language, and Hearing Sciences. 2007.
17. O'Halpin R. The perception and production of stress and intonation by children with cochlear implants. A dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy. Department of phonetics & linguistics, University College London. 2010.
18. Peng SC. Perception and production of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and children with normal hearing. *Ear and Hearing*. 2008;29:336-351.
19. Peng SC, Tomblin JB, Spencer LJ, Hurting RR. Acquisition of rising intonation in pediatric cochlear implant recipients-A longitudinal study. *International Congress Series*. 2004;12(2):336-339.
20. Flipsen PJ, Colvard LG. intelligibility of conversational speech produced by children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*. 2006; 39: 93-108.

# Investigation of acoustic correlation of intonation and intelligibility of speech in children with cochlear implant and comparison with normal hearing children

Kord N<sup>1</sup>, Shahbodaghi MR<sup>2\*</sup>, Khodami SM<sup>2</sup>, Nourbakhsh M<sup>3</sup>, Jalaei SH<sup>4</sup>

1. MSc of Speech Therapy
2. Lecture of Tehran University of Medical Sciences
3. Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences
4. Assistant Professor of Tehran University of Medical Sciences

## Abstract

**Background and Aim:** Intonation has important roles on increase in intelligibility and conveyance correct meaning especially in conversational speech. Recognition of intonation correlates with three acoustic parameters: fundamental frequency, intensity and duration. The purpose of the present study is to investigate the acoustic correlation of intonation and intelligibility of speech in children with cochlear implant (CI) and compare with normal hearing (NH) children.

**Materials and Methods:** This study has been carried out on 25 cochlear implant children and 25 children with normal hearing in primary school age ranges. Ten pictures were shown to children and statement and question sentences were elicited from them. To investigation of intelligibility, produced sentences were perceptually judgment by seven speech therapists and were scored by five point rating value. Acoustic correlation were determined using Praat software.

**Results:** The results showed that there were significantly difference between two groups in each of acoustic correlations ( $P < 0.05$ ). Intelligibility scores of CI children were significantly lower than ones of NH children ( $P < 0.05$ ). There were significantly correlation between intonation and intelligibility scores, also between intelligibility and duration of implant use ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** According to the findings of the present study, cochlear implant children's performance in using of acoustic correlation of intonation is lower than normal hearing peers that results in inappropriately intonation. Inappropriately intonation can be the cause of low intelligibility in cochlear implant children. Thus, intervention of intonation should be considered in treatment program of cochlear implant children.

**Key Words:** Acoustic correlation, Intonation, Intelligibility, Cochlear implant children, Normal hearing children

**\*Corresponding author:** Mohammad Rahim Shahbodaghi, Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences.

**Email:** shahbodaghi@sina.tums.ac.ir

*This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)*